

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
INFORMATION TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 37.031.2

DOI: 10.21822/2073-6185-2023-50-2-35-40

Оригинальная статья /Original Paper

Прототип системы формирования индивидуальной траектории обучения
Т.Г. Асланов¹, М.Ш. Абидова², М.М. Максудов³, Х.Ю. Тагиров⁴, М.М. Магомедов⁵

¹Дагестанский государственный технический университет,

¹367026, г. Махачкала, пр. И.Шамиля, 70, Россия,

^{2,3}Общество с ограниченной ответственностью «За образование»,

^{2,3}367000, ул. Г. Гаджиева, д. 1В, корп. 2, Россия,

^{4,5}АНОО «Дом знаний»,

^{4,5}367030, г. Махачкала, ул. Ирчи Казака, д. 39, Россия

Резюме. Цель. Целью исследования является выявление зависимости качества обучения в общеобразовательной организации от образовательной среды. **Метод.** Для определения влияния различных факторов на качество обучения была обучена искусственная нейронная сеть, для которой был предварительно проведен сбор статистических данных по участникам образовательного процесса в АНОО «Дом знаний». **Результат.** Реализована искусственная нейронная сеть, позволяющая выявлять зависимость отдельных элементов образовательной среды на качество обучения в общеобразовательной организации. Обучение искусственной нейронной сети показало незначительную погрешность в оценивании по десятибалльной шкале, которая при переводе в пятибалльную систему составила около 0,5 балла. **Вывод.** Предложенный метод позволяет качественно и количественно оценить успеваемость обучающихся при помощи искусственной нейронной сети по данным, соотносящимся с обучающимся в образовательной организации.

Ключевые слова: нейронная сеть, восстановление информации, образование, траектория, элементы, анкета, оценивание, диапазон, обучение, выборка

Благодарности: Исследование выполнено при грантовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Для цитирования: Т.Г. Асланов, М.Ш. Абидова, М.М. Максудов, Х.Ю. Тагиров, М.М. Магомедов. Прототип системы формирования индивидуальной траектории обучения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2023; 50(2):35-40. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-2-35-40

The prototype of the system for the formation of an individual learning path
T.G. Aslanov¹, M.Sh. Abidova², M.M. Maksudov³, H.Yu. Tagirov⁴, M.M. Magomedov⁵

¹Daghestan State Technical University,

¹70 I. Shamilya Ave., Makhachkala 367026, Russia

^{2,3}Limited Liability Company "For Education",

^{2,3} 1B, building. 2, G. Gadzhieva St., Makhachkala 367000, Russia,

^{4,5} ANOOO "House of Knowledge",

^{4,5} 39 Irchi Kazaka St., Makhachkala 367030, Russia

Abstract. Objective. The purpose of the study is to identify the dependence of the quality of education in a general educational organization on the educational environment. **Method.** To determine the influence of various factors on the quality of education, an artificial neural network was trained, for which statistical data were previously collected on the participants in the educational process in the ANEO "Knowledge House". **Result.** An artificial neural network has been implemented, which makes it possible to identify the dependence of individual elements of the educational environment on the quality of education in a general educational organization. The training of the artificial neural network showed an insignificant error in the assessment on a ten-point scale,

which, when converted to a five-point system, was about 0.5 points. **Conclusion.** The proposed method makes it possible to qualitatively and quantitatively assess the progress of students using an artificial neural network according to data that correlates with the progress of a student in an educational organization.

Keywords: neural network, information recovery, education, trajectory, elements, questionnaire, estimation, range, learning, sample

Acknowledgments: The research was carried out with the grant support of the Foundation for Assistance to the Development of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Sphere.

For citation: T.G. Aslanov, M.Sh. Abidova, M.M. Maksudov, H.Yu. Tagirov, M.M. Magomedov. The prototype of the system for the formation of an individual learning path. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Science. 2023; 50(2):35-40. DOI:10.21822/2073-6185-2023-50-2-35-40

Введение. В соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, образовательная организация должна предоставить возможность обучающемуся формировать индивидуальную образовательную траекторию. При этом в случае перехода обучающегося на конкретную образовательную траекторию, образовательная организация не может гарантировать успешное освоение обучающимся всей программы. В соответствии с паспортом стратегии «Цифровая трансформация образования» Министерства просвещения Российской Федерации к 2030 году 80% обучающимся должна быть предоставлена возможность в формировании индивидуальной образовательной траектории. В Российской Федерации на 2020/21 учебный год функционировало 40,3 тысяч общеобразовательных организаций. С учетом отсутствия действующих инструментов, по успешному усвоению обучающимися образовательной траектории, то до 2030 года общий объем рынка неохваченных потребителей предлагаемого решения оценивается в 32,5 тысячи организаций.

В современных общеобразовательных организациях обязанность перевода на индивидуальную траекторию обучающегося накладывает определенные риски, связанные с возможным ухудшением успеваемости обучающегося. При этом, нет никаких рекомендаций для обучающихся, либо для их законных представителей, от образовательной организации в случае возникновения такой ситуации. В таких условиях наблюдается необходимость в инструментах, обеспечивающих возможность определять необходимый минимум, выполнение которого позволит успешно завершить выбранную образовательную траекторию [1-11]. Наличие системы планируемых результатов обучения, представленных в Федеральных государственных образовательных стандартах, позволяет создать логически выстроенную образовательную среду для обучающегося с возможностью индивидуализации его обучения. Индивидуализация возможна путем прогнозирования результатов обучения и определения пути развития обучающегося.

Постановка задачи. В настоящей статье разработан метод прогнозирования успеваемости обучающегося в зависимости от параметров образовательной среды. Для этих целей была обучена искусственная нейронная сеть на предварительно собранных в онлайн-школе «Дом знаний», данных от участников образовательного процесса.

Методы исследования. В качестве объекта исследования была выбрана общеобразовательная организация, использующая исключительно дистанционные образовательные технологии АНОО «Дом знаний». Выбор был обусловлен возможностью исследовать различные аспекты образования, в том числе использование дистанционных образовательных технологий, а также плотной работой тьюторов и психологов с обучающимися. Также определенную вариативность создаваемой выборке придает тот факт, что респонденты проживают как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами.

Для подготовки обучающей выборки в онлайн-школе «Дом знаний» было организовано анкетирование участников образовательных отношений, среди которых: заведующие

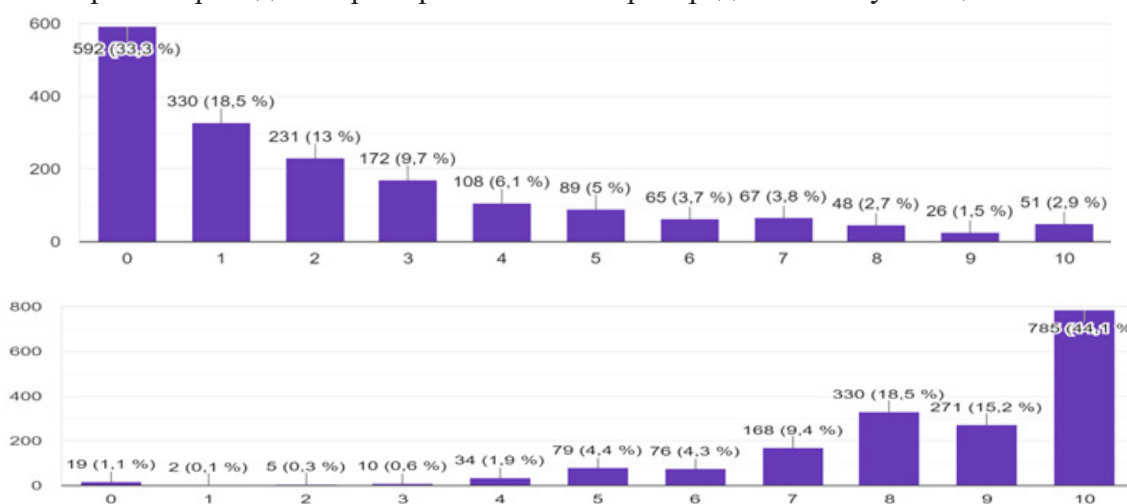
предметными кафедрами, педагоги, тьюторы, психологи, ученики, технические работники, администрация образовательной организации. Для обучающей выборки собирались следующие укрупненные показатели школы: нормативно-правовые акты, образовательная программа, техническое оснащение, географическая среда, внутренний мониторинг и открытость образовательной организации.

Общий объем оцениваемых элементов составил 329 штук, с которыми можно ознакомиться по ссылке <https://docs.domznaniy.school/1.jpg>. По полученным анкетам были разработаны критерии и диапазоны оценивания для каждого элемента из перечня. Для обучения искусственной нейронной сети собранные данные были нормированы и приведены к диапазону от 0 до 10. Так 20 изучаемых дисциплин в образовательной организации были закодированы цифрами от 0 до 10 с шагом 0,5. при этом близкие к нулю значения получили предметы, изучаемые в ранних классах, а близкие к 10 изучаемые в старших классах.

Оцениваемые элементы «Оцените степень влияния на учебный процесс приведенных факторов на ученика [Нервозность]», «... [Психологические расстройства]», «... [Болезни глаза]», «... [Болезни уха]», «... [Болезни дыхания]», «... [Болезни опорно-двигательного аппарата]», «... [Физические травмы]», «... [Речевые нарушения]», «... [ОРВИ]» имели 4 критерия оценивания: «Не влияет (отсутствует)», «Влияет слабо», «Влияет средне», «Влияет сильно». Перевод указанных критериев был осуществлен с шагом от 0 до 10 с шагом 3,33. Оцениваемые элементы «Число учеников в классе», «Возраст ученика», «Количество страниц текстовой информации (страниц А4) по дисциплине в год», «Общее количество домашних заданий по предмету» и т.д., осуществлялся путем деления критериев оценивания на максимальное значение критерия, помноженное на 10.

Пол, а также формат занятий/работы участников образовательных отношений был переведен в бинарную систему. Зарплатная плата педагогов была нормирована относительно средней заработной платы педагогов общего образования в Российской Федерации. Место жительства было разделено на два показателя – разность широты и долготы относительно образовательной организации, нормированных до максимальной величины 10. Процент осадков вычислялся как отношение числа осадков к максимально зафиксированному числу осадков за весь период наблюдения.

На рис. 1 приведены примеры нескольких распределений обучающихся по



элементам оценивания.

Рис. 1. Распределение результатов оценивания педагогическими работниками обучающихся онлайн-школы «Дом знаний»

Fig. 1. Distribution of the results of assessment by teachers of students of the online school "House of Knowledge"

На рис. 1а – количество пропущенных занятий обучающимся, 1б – владение обучающимся русским языком.

Для анализа данных была разработана многослойная нейронная сеть, состоящая из 313 входов и одного выхода, с 10 скрытыми слоями нейронов. Архитектура нейронной сети, примененная в исследовании, приведена на рис. 2. В качестве алгоритма обучения был выбран метод сопряженных градиентов. Для обучения нейронной сети в качестве обучающей выборки было выделено 70 процентов от всех данных, в качестве тестовой выборки – 15 процентов и валидационной выборки – 15 процентов.

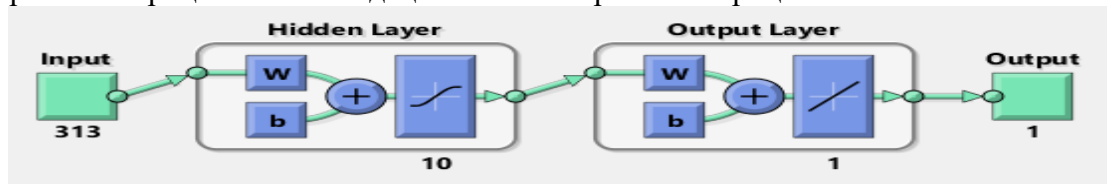


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

Fig. 2. Neural network architecture

Нейронная сеть была обучена прогнозировать результаты обучения по каждой отдельной дисциплине, для чего отдельно были обучены 20 нейронных сетей.

На рис. 3 приведен результат обучения нейронной сети, прогнозировать результаты обучения по трем дисциплинам в десятибалльной системе.

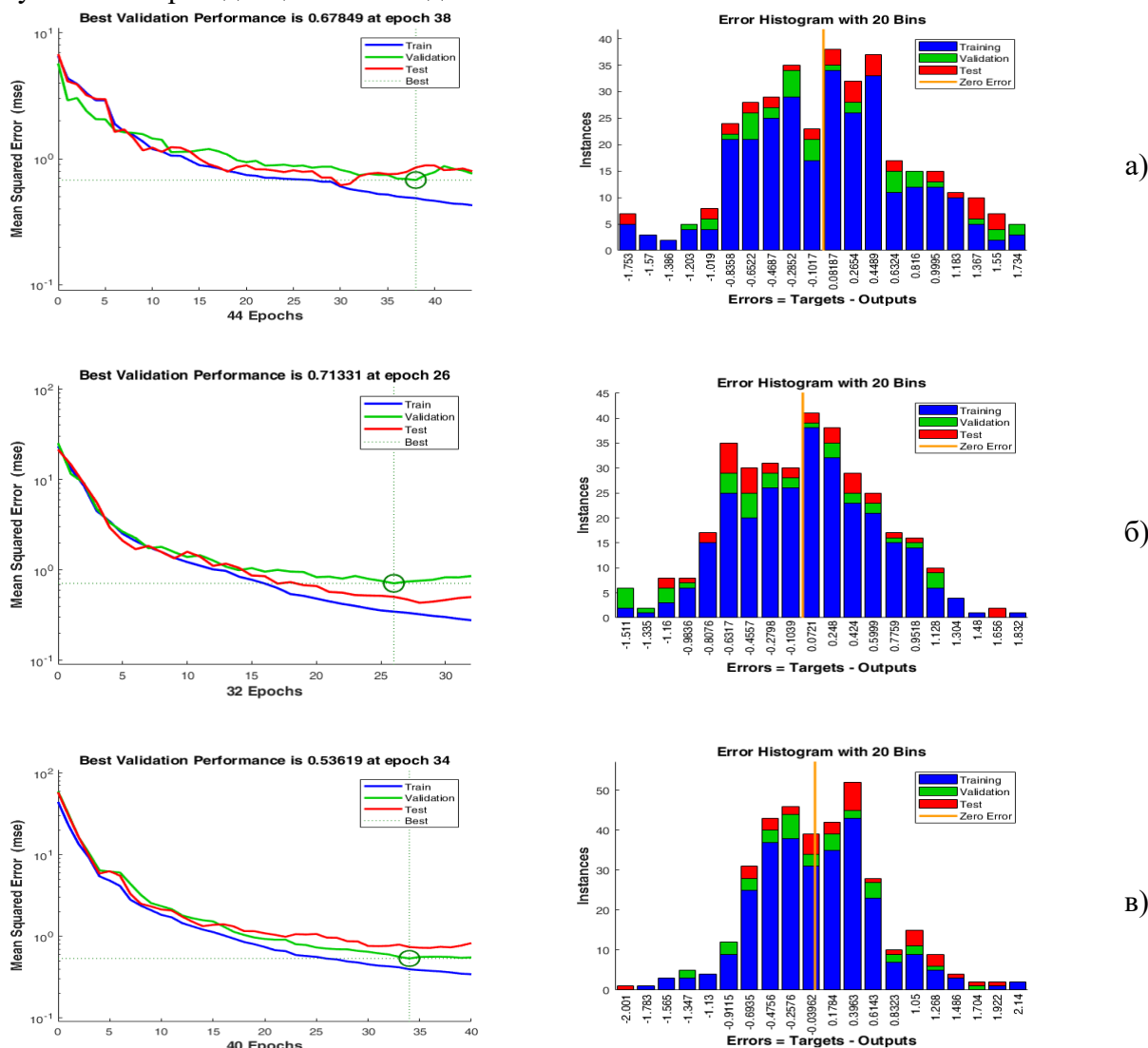


Рис. 3. Результаты обучения нейронной сети прогнозировать

Fig. 3. Predict neural network training results

На рис. 3а приведены результаты обучения искусственной нейронной сети по английскому языку, 3б – по биологии, 3в – по геометрии. На рис. 3 справа приведено обучение искусственной нейронной сети по эпохам, а слева гистограмма ошибок определения

результатов оценивания обучающихся. Синей кривой, обозначены результаты обучения на обучающей выборке, красной кривой – тестовой выборке, зеленой кривой – валидационной выборке. Гипотеза о влиянии выбранных параметров на результаты обучения подтвердилась.

По результатам обучения нейронной сети погрешность в оценивании по десятибалльной шкале не превышала 1 балл. При переводе в пятибалльную систему погрешность составила около 0,5 балла.

Обсуждение результатов. Реализована искусственная нейронная сеть позволяющая выявлять зависимость отдельных параметров образовательной среды на качество обучения в общеобразовательной организации. Продолжение сбора данных в онлайн-школе «Дом знаний» позволит улучшить результаты обучения, за счет нивелирования флуктуаций, возникающих при оценивании участниками образовательных отношений.

Обучение нейронной сети показало незначительную погрешность в оценивании по десятибалльной шкале, которая при переводе в пятибалльную систему составил около 0,5 балла. Продолжение исследования должно быть направлено на выявление из 313 использованных элементов обучения, незначимых в результате обучения искусственной нейронной сети, для дальнейшего их исключения из обучающей выборки.

Выводы. Проведенное обучение искусственной нейронной сети показало достаточность выбранных элементов обучения для прогнозирования результатов обучающихся по каждому предмету. Указанный факт позволяет обучать нейронную сеть отслеживать динамику успеваемости обучающихся, для чего требуется дальнейший сбор статистической информации по участникам образовательных отношений.

При изменении значений элементов образовательной среды для конкретного обучающегося в приведенной в работе искусственной нейронной сети, позволяет выявить зависимость этих изменений на количественные результаты обучения, что позволяет эффективно планировать нужные изменения для достижения образовательного результата.

Библиографический список:

1. Алхастова С. Р. Гуманистическая направленность педагогического процесса как фактор успешности решения воспитательных задач / С. Р. Алхастова, Ц. А. Калманова // Шаг в науку: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Грозный, 22 октября 2019 года. – Грозный: Общество с ограниченной ответственностью «АЛЕФ», 2019. – С. 410-414.
2. Пылов, П. А. Data cleaning: пять шагов к чистым данным / П. А. Пылов, А. В. Протодяконов // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 23. – С. 204-207.
3. Ямалтдинова, А. А. Глубокое обучение с использованием байесовской оптимизации в MATLAB / А. А. Ямалтдинова // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Материалы Международной молодёжной научной конференции. В 6-ти томах, Казань, 07–08 ноября 2019 года. Том IV. – Казань: ИП Сагиева А.Р., 2019. – С. 520-526.
4. Кондратьева, Е. В. Анализ эффективности прогнозирования успеваемости на основе fuzzy logic / Е. В. Кондратьева, О. Ю. Кондратьева // . – 2018. – № 3. – С. 79-82.
5. Горбунова В. В. Психофизиологическая адаптация первоклассников и прогнозирование их успеваемости в начальной школе / В. В. Горбунова, М. А. Булычева, О. В. Сивкова // Два сердца как одно, Пермь, 26 ноября 2015 года / Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера. – Пермь: Книжный формат, 2015. – С. 20-27
6. Золотарюк А. В. Интеллектуальное прогнозирование успеваемости студентов / А. В. Золотарюк // Современная математика и концепции инновационного математического образования. – 2019.
7. Богданов Е. П. Прогнозирование успеваемости абитуриентов с использованием нейронных сетей / Е. П. Богданов, А. В. Суханов // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях : материалы международной научно-практической конференции: в 5 частях, Волгоград, 26–28 января 2016 года. Том 5. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016.
8. Апатова Н. В. Прогнозирование успеваемости студентов на основе нечеткой логики / Н. В. Апатова, А. И. Гапонов, А. Н. Майорова // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 4. – С. 7-11.
9. P. Prasertisirikul, S. Laohakiat, R. Trakunphutthirak and S. Sukaphat, “A Predictive Model for Student Academic Performance in Online Learning System,” 2022 International Conference on Digital Government Technology and Innovation (DGTi-CON), Bangkok, Thailand, 2022, pp. 76-79, doi: 10.1109/DGTi-CON53875.2022.9849205.

10. H. Kumar, D. Ather and R. Astya, "Predicting the Improvement in Academic Performance of the Student," 2021 10th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART), MORADABAD, India, 2021, pp. 479-483, doi: 10.1109/SMART52563.2021.9676225.
11. T.O. Olaleye and O. R. Vincent, "A Predictive Model for Students' Performance and Risk Level Indicators Using Machine Learning," 2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS), Ayobo, Nigeria, 2020, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICMCECS47690.2020.240897.

References:

1. Alkhastova S. R. Humanistic orientation of the pedagogical process as a factor in the success of solving educational problems / S. R. Alkhastova, Ts. A. Kalmanova // Step into science: Collection of materials of the II International scientific and practical conference, Grozny, October 22, 2019 . Grozny: Limited Liability Company "ALEF", 2019; 410-414.(In Russ)
2. Pylov, P. A. Data cleaning: five steps to clean data / P. A. Pylov, A. V. Protodyakonov. *Innovations. The science. Education*. 2020; 23: 204-207 (In Russ)
3. Yamaltdinova A. A. Deep learning using Bayesian optimization in MATLAB. XXIV Tupolev Readings (School of Young Scientists): Proceedings of the International Youth Scientific Conference. In 6 volumes, Kazan, November 07–08, 2019. Volume IV. - Kazan: IP Sagieva A.R., 2019; 520-526. .(In Russ)
4. Kondrat'eva, E. V., Kondrat'eva O. Yu. Analysis of the efficiency of predicting academic performance based on fuzzy logic. 2018; 3: 79-82. (In Russ)
5. Gorbunova V.V., Bulychева M.A., Sivkova O.V. Psychophysiological adaptation of first-graders and forecasting of their performance in elementary school. Two hearts as one, Perm, November 26, 2015 / *Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner. Perm: Book format*, 2015; 20-27.(In Russ)
6. Zolotaryuk A. V. Intelligent forecasting of students' progress. *Modern mathematics and concepts of innovative mathematical education*. 2019. (In Russ)
7. Bogdanov E. P. Forecasting the progress of applicants using neural networks / E. P. Bogdanov, A. V. Sukhanov. Strategic guidelines for the innovative development of the agro-industrial complex in modern economic conditions: materials of the international scientific and practical conference: in 5 parts , Volgograd, January 26–28, 2016; 5. Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2016. (In Russ)
8. Apatova N.V., Gaponov A.I., Mayorova A.N. Forecasting student performance based on fuzzy logic // *Modern science-intensive technologies*. 2017; 4: 7-11 (In Russ).
9. P. Prasertisirikul, S. Laohakiat, R. Trakunphutthirak and S. Sukaphat, "A Predictive Model for Student Academic Performance in Online Learning System," 2022 International Conference on Digital Government Technology and Innovation (DGTi-CON), Bangkok, Thailand, 2022;76-79, doi: 10.1109/DGTi-CON53875.2022.9849205.
10. H. Kumar, D. Ather and R. Astya, "Predicting the Improvement in Academic Performance of the Student," 2021 10th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART), MORADABAD, India, 2021; 479-483, doi: 10.1109/SMART52563.2021.9676225.
11. T.O. Olaleye and O. R. Vincent, "A Predictive Model for Students' Performance and Risk Level Indicators Using Machine Learning," 2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS), Ayobo, Nigeria, 2020; 1-7, doi: 10.1109/ICMCECS47690.2020.240897.

Сведения об авторах:

Асланов Тагирбек Гайдарбекович, кандидат технических наук, докторант, доцент, кафедра управления и информатики в технических системах и вычислительной техники; tabasik@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5594-3554

Абидова Марьям Шарапудиновна, генеральный директор, abidova.ms@domznaniy.school

Максудов Максуд Магомедович, программист, maksud.maksudov.00@mail.ru

Магомедов Магомед Мухтарович, заведующий кафедрой физико-математических наук, magomedov_mm@bk.ru

Тагиров Халипа Юсупович, генеральный директор, halipa92@yandex.ru

Information about authors:

Tagirbek G.Aslanov, Cand. Sci. (Eng.), Doctoral Cand., Assoc. Prof., Department of Management and Informatics in Technical Systems and Computer Engineering; tabasik@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5594-3555

Maryam Sh. Abidova, General Director, abidova.ms@domznaniy.school

Maksud M. Maksudov, programmer, maksud.maksudov.00@mail.ru

Magomed M. Magomedov, Head of the Department of Physical and Mathematical Sciences, magomedov_mm@bk.ru

Khalipa Yu. Tagirov, General Director, halipa92@yandex.ru

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 04.04.2023.

Одобрена после рецензирования/ Revised 26.04.2023.

Принята в печать/Accepted for publication 26.04.2023.